

PAT-NO: JP406325871A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 06325871 A  
TITLE: ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT  
PUBN-DATE: November 25, 1994

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
SATO, YOSHIHARU

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
MITSUBISHI KASEI CORP N/A

APPL-NO: JP05116206  
APPL-DATE: May 18, 1993

INT-CL (IPC): H05B033/22

ABSTRACT:

PURPOSE: To suppress drop of the light emitting characteristics by furnishing an interface layer containing an organic silicon compound between an organic light emitting layer and a cathode, and improving the tight attaching performance.

CONSTITUTION: An anode 2a, organic light emitting layer, and cathode 2b are laminated on a base board 1, wherein the organic light emitting layer is formed from a hole conveying layer 3a and an organic electron conveying layer 3b. The organic light emitting layer transports holes implanted from the anode 2a and

electrons implanted from the cathode 2b effectively between the electrodes given an electric field and performs recoupling. An interface layer 4 containing an organic silicon compound is furnished between this light emitting layer and the cathode 2b, and no reaction will take place between the cathode and the organic light emitting layer material, which improves the tight attaching performance. This allows maintaining the light emitting characteristics stable for a long period of time. and it is possible to suppress generation of dark spots.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-325871

(43)公開日 平成 6 年(1994)11月25日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 5 B 33/22

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平5-116206

(22)出願日 平成 5 年(1993) 5 月18日

(71)出願人 000005968

三菱化成株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目 5 番 2 号

(72)発明者 佐藤 佳晴

神奈川県横浜市緑区鶴志田町1000番地 三

菱化成株式会社総合研究所内

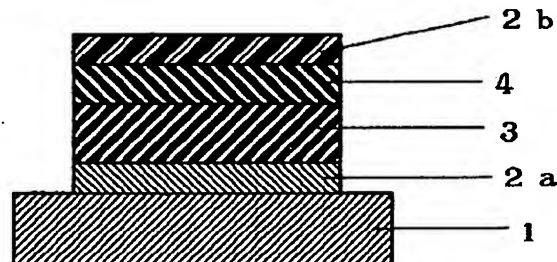
(74)代理人 弁理士 長谷川 暁司

(54)【発明の名称】 有機電界発光素子

(57)【要約】

【構成】 陽極、有機発光層、陰極を順次積層した有機電界発光素子であって、有機発光層と陰極の間に有機シリコン化合物を含有する界面層を設けたことを特徴とする有機電界発光素子。

【効果】 長期に渡って安定な発光特性を維持でき、ダークスポットの発生を抑制することができ、陰極との密着性向上のための加熱処理にも耐えうる有機電界発光素子を提供できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 陽極、有機発光層、陰極を順次積層した有機電界発光素子であって、有機発光層と陰極との間に有機シリコン化合物を含有する界面層を設けたことを特徴とする有機電界発光素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は有機電界発光素子に関するものであり、詳しくは、有機化合物から成る発光層に電界をかけて光を放出する薄膜型デバイスに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、薄膜型の電界発光素子としては、無機材料のII-VI族化合物半導体であるZnS、CaS、SrS等に、発光中心であるMnや希土類元素(Eu、Ce、Tb、Sm等)をドーパしたものが一般的であるが、上記の無機材料から作製した電界発光素子は、1)交流駆動が必要(50~1000Hz)、2)駆動電圧が高い(~200V)、3)フルカラー化が困難(特に青色が問題)、4)周辺駆動回路のコストが高い、という問題点を有している。

【0003】しかし、近年、上記問題点の改良のため、有機薄膜を用いた電界発光素子の開発が行われるようになった。特に、発光効率を高めるために電極からのキャリア注入の効率向上を目的とした電極種類の最適化を行い、芳香族ジアミンから成る有機正孔輸送層と8-ヒドロキシキノリンのアルミニウム錯体から成る発光層を設けた有機電界発光素子の開発(Appl. Phys. Lett., 51巻, 913頁, 1987年)により、従来のアントラセン等の単結晶を用いた電界発光素子と比較して発光効率の大幅な改善がなされている。

【0004】また、有機発光層としては、ポリ(p-フェニレンビニレン)(Nature, 347巻, 539頁, 1990年; Appl. Phys. Lett., 61巻, 2793頁, 1992年)、ポリ[2-メトキシ-5-(2'-エチルヘキソキシ)-1,4-フェニレンビニレン](Appl. Phys. Lett., 58巻, 1982頁, 1991年; Thin Solid Films, 216巻, 96頁, 1992年; Nature, 357巻, 477頁, 1992年)、ポリ(3-アルキルチオフェン)(Jpn. J. Appl. Phys., 30巻, L1938頁, 1991年; J. Appl. Phys., 72巻, 564頁, 1992年)等の高分子材料の開発や、ポリビニルカルバゾール等の高分子に発光材料と電子移動材料を混合した素子(応用物理, 61巻, 1044頁, 1992年)も開発されている。

【0005】以上に示した様な有機電界発光素子においては、通常、陽極としてはインジウム錫酸化物(ITO)のような透明電極が用いられるが、陰極に関しては

電子注入を効率よく行うために仕事関数の低い金属電極が用いられ、マグネシウム合金やカルシウム等が使われている。有機電界発光素子の最大の問題点は素子の寿命であり、寿命を制限する一つの要因が陰極材料に由来するダークスポット(素子の発光部で発光しない部分をさす)の発生である。このために、長期間保存する場合には、有機電界発光素子内のダークスポットの数・大きさが増加して、結果として素子の寿命が短いものとなっている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】これまでに開示されている有機電界発光素子では、電界発光は陽極から注入された正孔と陰極から注入された電子との再結合によりもたらされる。一般に、キャリアの注入は、電子の場合、陰極と有機発光層との界面における注入障壁を乗り越えて行われなければならない。この電子注入障壁を低くして注入効率を向上させるために、マグネシウム合金やカルシウム等の低仕事関数の金属電極が陰極として使用されている。しかしながら、これらの金属材料は有機発光層との密着性が悪いために、陰極が有機発光層から剥離、又は、酸化して、長期間の保存中に素子の発光特性が劣化したり、ダークスポットが発生することが問題となっていた。素子を作製する時に基板加熱を行ったり、作製した後で加熱処理して、陰極と有機発光層との間の密着性を向上させることは可能ではあるが、加熱の際に陰極と有機発光層との間で反応がおき、発光特性の低下が避けられなかった。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明者等は上記実状に鑑み、長期間に渡って安定な発光特性を維持でき、ダークスポットの発生を抑制することができ、陰極との密着性向上のための加熱処理に耐えうる有機電界発光素子を提供することを目的として鋭意検討した結果、有機発光層と陰極の間に有機シリコン化合物を含有する界面層を設けることが好適であることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0008】即ち、本発明の要旨は、陽極、有機発光層、陰極を積層した有機電界発光素子であって、有機発光層と陰極との間に有機シリコン化合物を含有する界面層を設けたことを特徴とする有機電界発光素子に存する。以下、本発明の有機電界発光素子について図面に従い説明する。図1は、本発明の有機電界発光素子の構造例を模式的に示す断面図であり、1は基板、2a、2bは導電層、3は有機発光層、4は界面層を各々表わす。

【0009】基板1は、本発明の有機電界発光素子の支持体となるものであり、石英やガラスの板、金属板や金属箔、プラスチックフィルムやシート等が用いられるが、ガラス板や、ポリエステル、ポリメタクリレート、ポリカーボネート、ポリサルホン等の透明な合成樹脂基板が好ましい。基板1上には導電層2aが設けられ

るが、この導電層2aとしては通常、アルミニウム、金、銀、ニッケル、パラジウム、テルル等の金属、インジウム及び/又はスズの酸化物等の金属酸化物やヨウ化銅、カーボンブラック、あるいは、ポリ(3-メチルチオフェン)等の導電性高分子等により構成される。導電層の形成は通常、スパッタリング法、真空蒸着法等により行われることが多いが、銀等の金属微粒子あるいはヨウ化銅、カーボンブラック、導電性の金属酸化物微粒子、導電性高分子微粉末等の場合には、適当なバインダー樹脂溶液に分散し、基板上に塗布することにより形成することもできる。さらに、導電性高分子の場合は電解重合により直接基板上に薄膜を形成したり、基板上に塗布して形成することもできる( Appl. Phys. Lett., 60巻, 2711頁, 1992年)。導電層2aの厚みは、必要とする透明性により異なるが、透明性が必要とされる場合は、可視光の透過率が60%以上、好ましくは80%以上であることが望ましく、この場合、厚みは、通常、5~1000nm、好ましくは10~500nm程度である。

【0010】不透明でよい場合は導電層2aは基板1と同一でもよい。また、さらには上記の導電層を異なる物質を積層することも可能である。図1の例では、導電層2aは陽極(アノード)として正孔注入の役割を果たすものである。一方、導電層2bは陰極(カソード)として、界面層4を通して有機発光層3に電子を注入する役割を果たす。導電層2bとして用いられる材料は、前記導電層2a用の材料を用いることが可能であるが、効率よく電子注入を行なうには、仕事関数の低い金属が好ましく、スズ、マグネシウム、インジウム、アルミニウム、銀等の適当な金属又はそれらの合金が用いられる。導電層2bの膜厚は通常、導電層2aと同様である。また、図1には示してはいないが、導電層2bの上にさらに基板1と同様の基板を設けることもできる。但し、導電層2aと2bの少なくとも一方は透明性の良いことが電界発光素子としては必要である。このことから、導電層2aと2bのうちどちらか一方は、10~500nmの膜厚であることが好ましく、透明性の良いことが望まれる。

【0011】導電層2aの上には有機発光層3が設けられるが、有機発光層3は、電界を与えられた電極間において、陽極から注入された正孔と陰極から注入された電子が効率よく輸送して再結合させ、かつ、再結合により効率よく発光する材料から形成される。通常、この有機発光層3は発光効率の向上のために、図2に示すように、正孔輸送層3aと電子輸送層3bに分割して機能分離型にすることが行われる( Appl. Phys. Lett., 51巻, 913頁, 1987年)。

【0012】上記の機能分離型素子において、正孔輸送材料としては、導電層2aからの正孔注入効率が高く、かつ、注入された正孔を効率よく輸送することができる

材料であることが必要である。そのためには、イオン化ポテンシャルが小さく、しかも正孔移動度が大きく、さらに安定性にすぐれ、トラップとなる不純物が製造時や使用時に発生しにくいことが要求される。

【0013】このような正孔輸送化合物としては、例えば、特開昭59-194393号公報、米国特許第4,175,960号、米国特許第4,923,774号及び米国特許第5,047,687号に解説される、N,N'-ジフェニル-N,N'-(3-メチルフェニル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン:1,1'-ビス(4-ジ-*p*-トリルアミノフェニル)シクロヘキサン:4,4'-ビス(ジフェニルアミノ)クワトロフェニル等の芳香族アミン系化合物、特開平2-311591号公報に示されるヒドラゾン化合物、米国特許第4,950,950号公報に示されるシラザン化合物、キナクリドン化合物等が挙げられる。これらの化合物は、単独で用いるか、必要に応じて、各々、混合して用いてもよい。上記の化合物以外に、ポリビニルカルバゾールやポリシラン( Appl. Phys. Lett., 59巻, 2760頁, 1991年)等の高分子材料が挙げられる。

【0014】上記の有機正孔輸送材料は塗布法あるいは真空蒸着法により前記導電層2a上に積層することにより正孔輸送層3aを形成する。塗布の場合は、有機正孔輸送化合物を1種又は2種以上と必要により正孔のトラップにならないバインダー樹脂や、レベリング剤等の塗布性改良剤等の添加剤を添加し溶解した塗布溶液を調整し、スピンコート法等の方法により導電層2a上に塗布し、乾燥して有機正孔輸送層3を形成する。バインダー樹脂としては、ポリカーボネート、ポリアリレート、ポリエステル等が挙げられる。バインダー樹脂は添加量が多いと正孔移動度を低下させるので、少ない方が好ましく、50重量%以下が好ましい。

【0015】真空蒸着法の場合には、有機正孔輸送材料を真空容器内に設置されたルツボに入れ、真空容器内を適当な真空ポンプで $10^{-6}$ Torrにまで排気した後、ルツボを加熱して、正孔輸送材料を蒸発させ、ルツボと向き合って置かれた基板上に層を形成する。正孔輸送層3aの膜厚は、通常、10~300nm、好ましくは30~100nmである。この様に薄い膜を一様に形成するためには、真空蒸着法がよく用いられる。

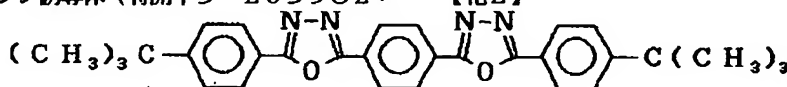
【0016】正孔輸送層3aの材料としては有機化合物の代わりに無機材料を使用することも可能である。無機材料に要求される条件は、有機正孔輸送化合物と同じである。正孔輸送層3に用いられる無機材料としては、*p*型水素化非晶質シリコン、*p*型水素化非晶質炭化シリコン、*p*型水素化微結晶性炭化シリコン、あるいは、*p*型硫化亜鉛、*p*型セレン化亜鉛等が挙げられる。これらの無機正孔輸送層はCVD法、プラズマCVD法、真空蒸着法、スパッタ法等により形成される。

【0017】無機正孔輸送層の膜厚も有機正孔輸送層と同様に、通常、10~300nm、好ましくは30~100nmである。正孔輸送層3aの上には電子輸送層3bが設けられるが、電子輸送層3bは、電界を与えられた電極間において陰極からの電子を効率よく正孔輸送層の方向に輸送することができる化合物より形成される。

【0018】有機電子輸送化合物としては、導電層2bからの電子注入効率が高く、かつ、注入された電子を効率よく輸送することができる化合物であることが必要である。そのためには、電子親和力が大きく、しかも電子移動度が大きく、さらに安定性にすぐれトラップとなる不純物が製造時や使用時に発生しにくい化合物であることが要求される。

【0019】このような条件を満たす材料としては、テトラフェニルブタジエン等の芳香族化合物（特開昭57-51781号公報）、8-ヒドロキシキノリンのアルミニウム錯体等の金属錯体（特開昭59-194393号公報）、シクロペンタジエン誘導体（特開平2-289675号公報）、ペリノン誘導体（特開平2-289676号公報）、オキサジアゾール誘導体（特開平2-216791号公報）、ビススチリルベンゼン誘導体（特開平1-245087号公報、同2-222484号公報）、ペリレン誘導体（特開平2-189890号公報、同3-791号公報）、クマリン化合物（特開平2-191694号公報、同3-792号公報）、希土類錯体（特開平1-256584）、ジスチリルピラジン誘導体（特開平2-252793号公報）、p-フェニレン化合物（特開平3-33183号公報）、チアジ

アゾロピリジン誘導体（特開平3-37292号公報）、ピロロピリジン誘導体（特開平3-37293号公報）、ナフチリジン誘導体（特開平3-203982\*



【0024】等のオキサジアゾール誘導体（Appl. Phys. Lett., 55巻, 1489頁, 1989年; Jpn. J. Appl. Phys., 31巻, 1812頁, 1992年）やそれらをポリメチルメタクリレート等の樹脂に分散した系（Appl. Phys. Lett., 61巻, 2793頁, 1992年）、又は、n型水素化非晶質炭化シリコン、n型硫化亜鉛、n型セレン化亜鉛等が挙げられる。電子輸送層3cの膜厚は、通常、5~200nm、好ましくは10~100nmである。

【0025】また、機能分離を行わない単層型の有機発光層3としては、先に挙げたポリ(p-フェニレンビニレン)（Nature, 347巻, 539頁, 1990年; Appl. Phys. Lett., 61巻, 2793頁, 1992年）、ポリ[2-メトキシ、5-(2'-エチルヘキソキシ)-1,4-フェニレンビニレン]※50

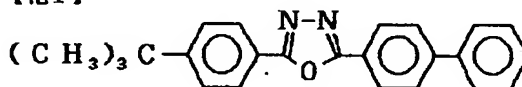
\*号公報）等が挙げられる。これらの化合物を用いた有機電子輸送層は、電子を輸送する役割と、正孔と電子の再結合の際に発光をもたらす役割を同時に果しており、発光層を兼ねている。

【0020】有機正孔輸送化合物が発光機能を有する場合は、有機電子輸送層は電子を輸送する役割だけを果たす。素子の発光効率を向上させるとともに発光色を変える目的で、例えば、8-ヒドロキシキノリンのアルミニウム錯体をホスト材料として、クマリン等のレーザ用蛍光色素をドーピングすること（J. Appl. Phys., 65巻, 3610頁, 1989年）も行われている。本発明においても上記の有機電子輸送材料をホスト材料として各種の蛍光色素を10<sup>-3</sup>~10モル%ドーピングすることにより、素子の発光特性をさらに向上させることができる。電子輸送層3bの膜厚は、通常、10~200nm、好ましくは30~100nmである。

【0021】有機電子輸送層も有機正孔輸送層と同様の方法で形成することができるが、通常は真空蒸着法が用いられる。有機電界発光素子の発光効率をさらに向上させる方法として、電子輸送層3bの上にさらに他の電子輸送層3cを積層することが考えられる（図3参照）。この電子輸送層3cに用いられる化合物には、陰極からの電子注入が容易で、電子の輸送能力がさらに大きいことが要求される。このような電子輸送材料としては、

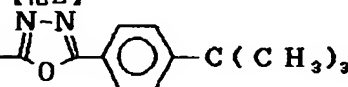
【0022】

【化1】



【0023】

【化2】



※（Appl. Phys. Lett., 58巻, 1982頁, 1991年; Thin Solid Films, 216巻, 96頁, 1992年; Nature, 357巻, 477頁, 1992年）、ポリ(3-アルキルチオフェン)（Jpn. J. Appl. Phys., 30巻, L1938頁, 1991年; J. Appl. Phys., 72巻, 564頁, 1992年）等の高分子材料や、ポリビニルカルバゾール等の高分子に発光材料と電子移動材料を混合した系（応用物理, 61巻, 1044頁, 1992年）がある。

【0026】有機発光層の上に界面層4が設けられる。界面層の役割としては、有機発光層との親和性があると同時に陰極との密着性がよく、かつ、化学的に安定で陰極形成時及び／又は形成後の有機発光層と陰極の反応を抑制する効果を有することが挙げられる。また、均一な薄膜形状を与えることも陰極との密着性の点で重要であ

る。本発明者らは、このような役割を果たす材料として、有機シリコン化合物が好適であることを見出した。

【0030】

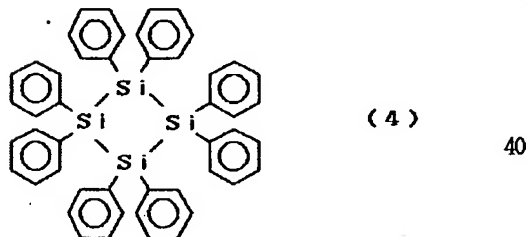
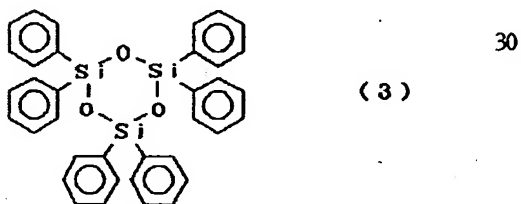
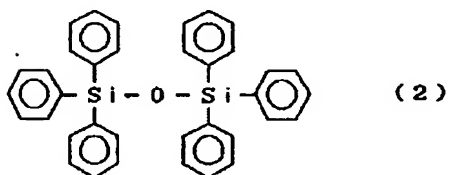
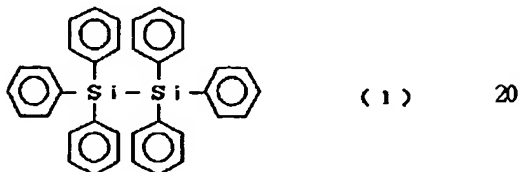
【化4】

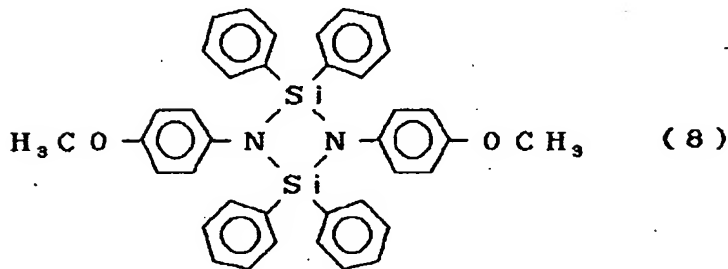
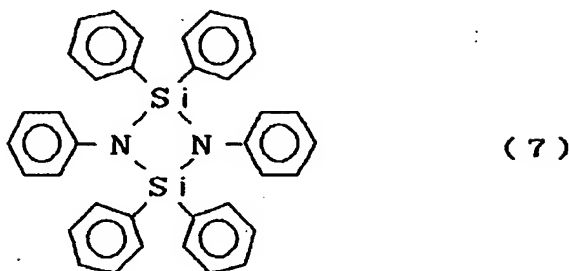
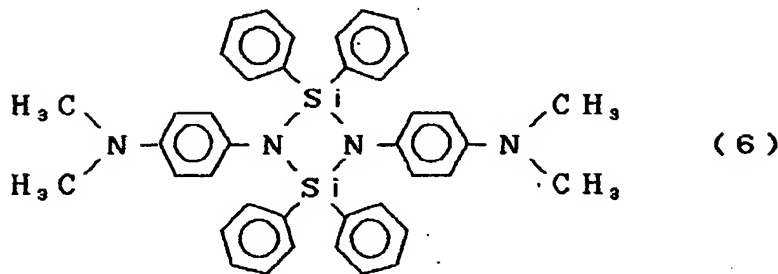
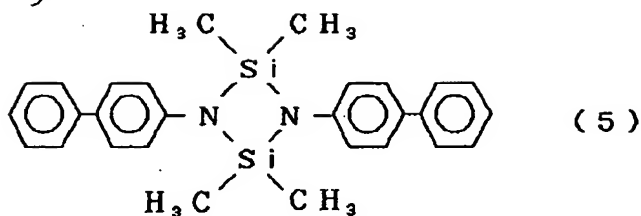
【0027】有機シリコン化合物から成る界面層は、前述の有機正孔輸送材料と同様に、塗布法あるいは真空蒸着法により形成される。本発明においては、以上の様に、有機電界発光素子における有機発光層と陰極との間の界面層材料として、有機シリコン化合物を用いることにより、優れた素子の安定性が達成される。

【0028】界面層に用いられる有機シリコン化合物としては、シリコン原子を含有する有機シリコン化合物なら利用できるが、好ましくは含芳香族シリコン化合物、さらには、シリコン原子に芳香環が結合した有機シリコン化合物である。具体例を以下の構造式(1)～(8)に示すが、これらに限定するものではない。

【0029】

【化3】





【0031】上記に示した有機シリコン化合物を界面層として形成する場合、これらの化合物同士をさらに混合して用いてもよい。有機シリコン化合物から成る界面層を有する本発明における有機電界発光素子は、以下に示すような層構成のものが挙げられる。

【0032】

【表1】

陽極／有機発光層／界面層／陰極、  
陽極／高分子から成る有機発光層／界面層／陰極、  
陽極／高分子に分散させた有機発光層／界面層／陰極、  
陽極／正孔輸送層／有機電子輸送性発光層／界面層／陰極、  
陽極／有機正孔輸送性発光層／有機電子輸送層／界面層／陰極、  
陽極／正孔輸送層／有機電子輸送性発光層／電子輸送層／界面層／陰極、

\* 界面層4の膜厚は、通常、2～100nm、好ましくは5～30nmである。

【0033】上記の各層構成において、界面層として有機発光層、有機電子輸送性発光層、有機電子輸送層又は電子輸送層の陰極界面近傍に有機シリコン化合物を50モル%以上含む領域(層)を設けてもよい。本発明においては、有機電界発光素子における有機発光層と陰極との間の界面層として、有機シリコン化合物を50モル%以上含有する層を設けることにより、優れた素子の安定性が達成されるのである。

【0034】尚、図1とは逆の構造、即ち、基板上に導電層2b、界面層4、有機発光層3、導電層2aの順に積層することも可能であり、既述した様に少なくとも一方が透明性の高い2枚の基板の間に本発明の有機電界発光素子を設けることも可能である。同様に、図2及び図3とは逆の構造に積層することも可能である。



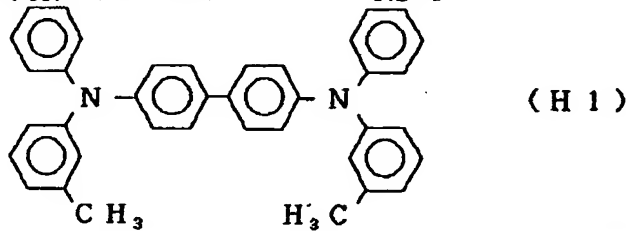
## 【0035】

【実施例】次に、本発明を実施例によって更に具体的に説明するが、本発明はその要旨を越えない限り、以下の実施例により限定されるものではない。

## 実施例1及び1'

図2に示す構造を有する有機電界発光素子を以下の方法で作製した。

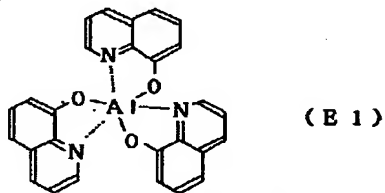
【0036】ガラス基板上にインジウム・スズ酸化物(ITO)透明導電膜を120nm堆積したものをアセトンで超音波洗浄、純水で水洗、イソプロピルアルコール\*10



【0039】をセラミックるつぼに入れ、るつぼの周囲のタンタル線ヒーターで加熱して蒸着を行った。この時のるつぼの温度は、160~170℃の範囲で制御した。蒸着時の真空度は $2 \times 10^{-6}$  Torrで、蒸着時間3分20秒で膜厚60nmの有機正孔輸送層3aを得た。次に、有機電子輸送層3bの材料として、以下の構造式(E1)に示すアルミニウムの8-ヒドロキシキノリン錯体Al(C<sub>9</sub>H<sub>6</sub>NO)<sub>3</sub>

## 【0040】

## 【化6】



【0041】を上記有機正孔輸送層3aの上に同様にして蒸着を行なった。この時のるつぼの温度は230~270℃の範囲で制御した。蒸着時の真空度は $2 \times 10^{-6}$  Torr、蒸着時間は3分30秒、膜厚は75nmであった。この層は発光層としての役割を果たす。次に、界面層4として、先に示した有機シリコン化合物(1)を有機電子輸送性発光層3bの上に、有機正孔輸送層3aと同様にして蒸着を行った。蒸着時の真空度は $1 \times 10^{-6}$  Torr、蒸着時間は30秒、膜厚は5nmであった。

【0042】最後に陰極として、マグネシウムと銀の合金電極を2元同時蒸着法によって膜厚150nmで蒸着した。蒸着はモリブデンボートを用いて、真空度は $3 \times 10^{-6}$  Torr、蒸着時間は4分30秒で光沢のある膜が得られた。マグネシウムと銀の原子比は10:1.5であった(実施例1)。さらに有機シリコン化合物(1)を用いて、界面層4の膜厚を10nmとしたこと以外は上記と同様にして素子を作製した(実施例1')。

\*ルで超音波洗浄、乾燥窒素で乾燥、UV/オゾン洗浄を行った後、真空蒸着装置内に設置して、装置内の真空度が $2 \times 10^{-6}$  Torr以下になるまで油拡散ポンプを用いて排気した。

【0037】有機正孔輸送層材料として、以下の構造式(H1)に示すN, N'-ジフェニル-N, N'-(3-メチルフェニル)-1, 1'-ビフェニル-4, 4'-ジアミン

## 【0038】

## 【化5】

※ $10^{-6}$  Torr、蒸着時間は4分30秒で光沢のある膜が得られた。マグネシウムと銀の原子比は10:1.5であった(実施例1)。さらに有機シリコン化合物(1)を用いて、界面層4の膜厚を10nmとしたこと以外は上記と同様にして素子を作製した(実施例1')。

【0043】この様にして作製した有機電界発光素子のITO電極(陽極)にプラス、マグネシウム・銀合金電極(陰極)にマイナスの直流電圧を印加してすると、この素子は一様な黄緑色の発光を示し、発光のピーク波長は560nmであった。作製直後及び真空中で長期間保存した後の発光特性の結果を表-1に示す。安定した発光特性がそれぞれ得られた。

## 【0044】比較例1

界面層4を設けなかったこと以外は実施例1と同様にして、図2に示す構造の有機電界発光素子を作製した。この素子の作製後と真空中保存後の発光特性の測定結果を表-1に示す。発光輝度及び効率の低下と、駆動電圧の上昇がみられた。

## 【0045】実施例2

界面層4として、先に示した有機シリコン化合物(1)と有機シリコン化合物(2)を7:3(重量比)の比率で混合した膜を5nm設けたこと以外は実施例1と同様にして、図2に示す構造の有機電界発光素子を作製した。この素子の作製後と真空中保存後の発光特性の測定結果を表-1に示す。安定した発光特性が得られた。

## 【0046】

## 【表2】

表-1

素子	界面層膜厚 [nm]	測定条件	最大輝度 [cd/m <sup>2</sup> ]	発光効率 [lm/W]	V <sub>100</sub> [V]
実施例1	5	作製直後	9070	1.06	9
		61日後	7850	1.10	10
実施例1'	10	作製直後	5960	0.57	14
		63日後	5770	0.60	15
比較例1	0	作製直後	8420	0.64	11
		60日後	5450	0.35	14
実施例2	5	作製直後	6650	0.67	12
		63日後	7970	0.70	12

・発光効率は実用輝度(100 cd/m<sup>2</sup>)での値

・V<sub>100</sub> = 輝度が100[cd/m<sup>2</sup>]となる電圧

#### 【0047】実施例3

界面層4として、先に示した有機シリコン化合物(4)を15nmの膜厚で設けたこと以外は実施例1と同様にして、図2に示す構造の有機電界発光素子を作製した。この素子を真空中で119日間保存した後、素子からの発光をCCDカメラを用いて撮影し、画像解析によりダークスポットの面積を測定したところ13%であった。

#### 【0048】比較例2

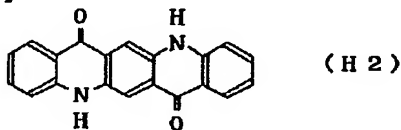
比較例1と同様にして作製した素子を真空中に80日間保存した後、実施例3と同様にしてダークスポットの面積を測定したところ53%であった。

#### 実施例4

有機正孔輸送層3aとして以下の構造式(H2)に示すキナクリドン化合物

【0049】

【化7】



【0050】を、界面層4として先に示した有機シリコン化合物(4)を15nmの膜厚で設けたこと以外は実施例1と同様にして、図2に示す構造の有機電界発光素子を作製した。この素子を真空中で100℃、1時間加熱処理した後の輝度-電圧特性を加熱処理前の特性とともに図4に示す。加熱処理することにより駆動電圧は加熱処理する前より低下させることができた。

#### 【0051】比較例3

比較例1と同様にして作製した素子を、実施例4と同様\*50

\*にして加熱処理した後の輝度-電圧特性を加熱処理前の特性とともに図5に示す。加熱処理することにより駆動電圧は加熱処理する前より高電圧側にシフトした。

#### 実施例5

ガラス基板上に、表-1に示した有機シリコン化合物(1)を膜厚100nmで蒸着した後、実施例1と同様にして、マグネシウムと銀の合金電極を2元同時蒸着法によって膜厚150nmで、2mm×20mmの短冊型に密着マスクを用いて蒸着した。スコッチテープを用いて上記電極の剥離試験を行ったところ、電極とともに有機シリコン化合物の薄膜もガラス基板から剥離し、上記金属電極との付着力は良好であった。

#### 【0052】比較例4

有機シリコン化合物(1)の代わりに、前記アルミニウム8-ヒドロキシキノリン錯体(E1)を用いたこと以外は実施例5と同様にして電極剥離試験用の試料を作製した。スコッチテープを用いて上記電極の剥離試験を行ったところ、電極は有機層との間で剥離し付着力は不良であった。

#### 40 【0053】

【発明の効果】本発明の有機電界発光素子は、陽極、有機発光層、陰極が基板上に順次設けられ、有機発光層と陰極の間に特定の化合物を含有する界面層が設けられているため、両導電層を電極として電圧を印加した場合、長期に渡り、安定した発光特性を得ることができる。

【0054】従って、本発明の電界発光素子はフラットパネル・ディスプレイ(例えばOAコンピュータ用や壁掛けテレビ)の分野や面発光体としての特徴を生かした光源(例えば、複写機の光源、液晶ディスプレイや計器類のバックライト光源)、表示板、標識灯への応用が考

えられ、その技術的価値は非常に大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の有機電界発光素子の一実施例を示した模式断面図。

【図2】本発明の有機電界発光素子の別の実施例を示した模式断面図。

【図3】本発明の有機電界発光素子のその他の実施例を示した模式断面図。

【図4】本発明の実施例4で作製した有機電界発光素子の発光輝度-電圧特性の加熱処理による変化を表す図。

【図5】本発明の比較例3で作製した有機電界発光素子の

の発光輝度-電圧特性の加熱処理による変化を表す図。

【符号の説明】

1 基板

2a、2b 導電層

3 有機発光層

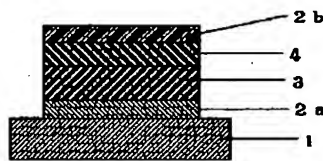
3a 正孔輸送層

3b 有機電子輸送層

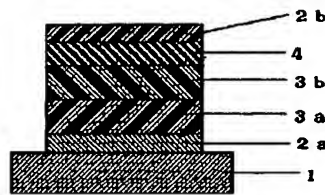
3c 3bとは異なる化合物で構成される有機電子輸送層

4 界面層

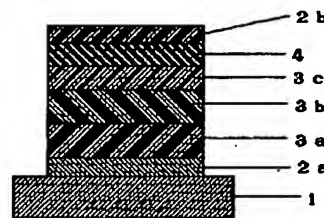
【図1】



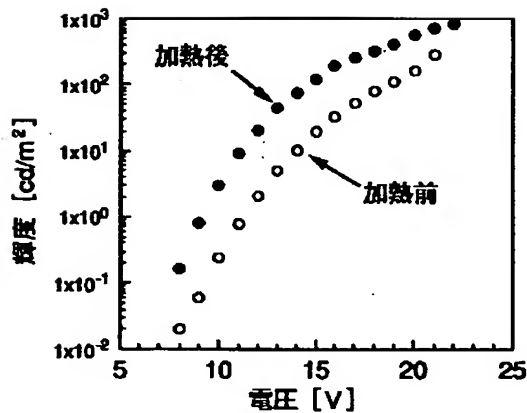
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

